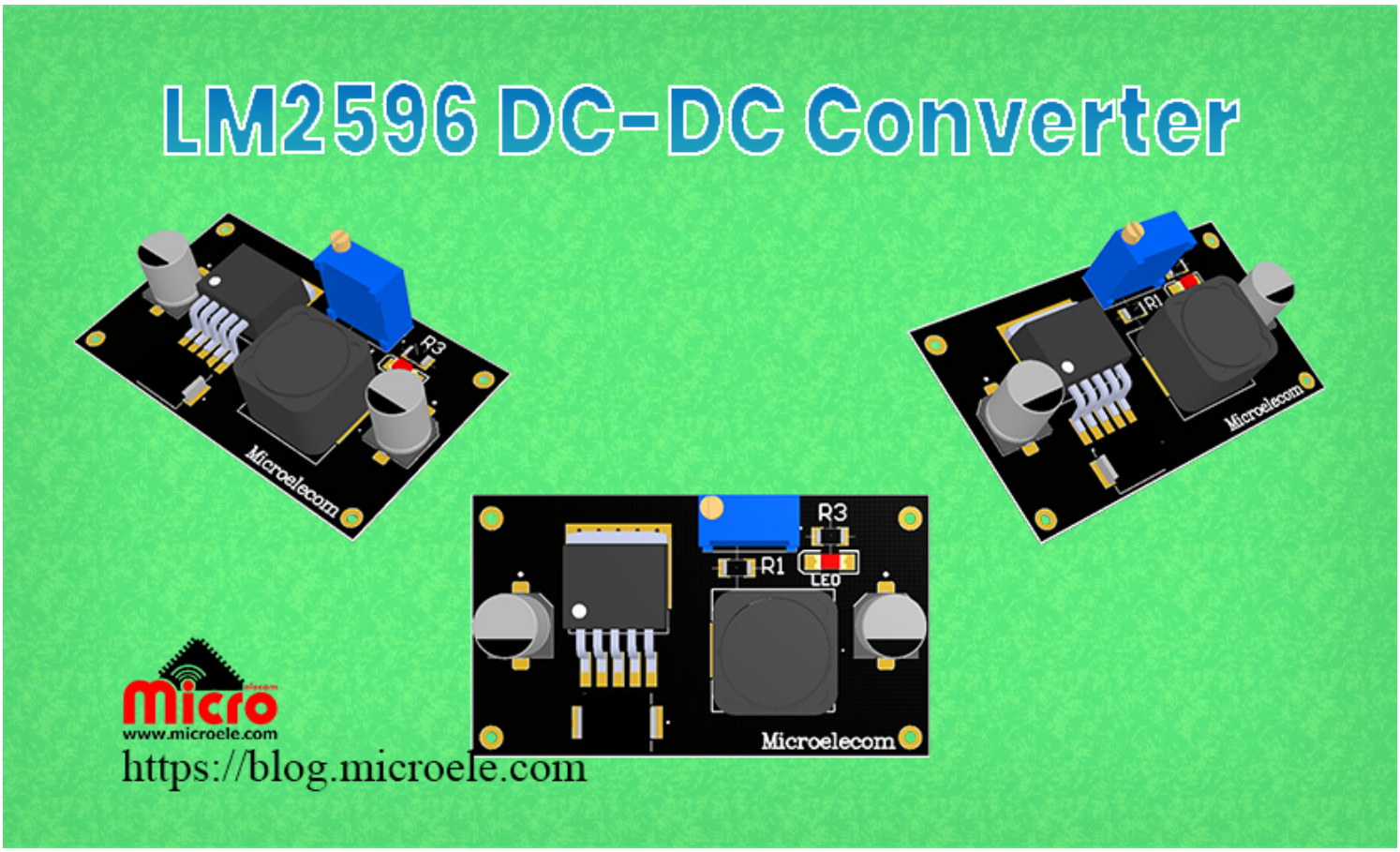
کاهنده ولتاژ LM2596 خود را بسازید



تاریخ انتشار۱۱ اردیبهشت, ۱۴۰۰ توسط محمد جواد رشیدیانفر

سلام خدمت همه شما مایکروالکامی ها. در این مطلب قراره یک مبدل کاهنده ولتاژ DC-DC با آی سی رگولاتور LM2596 را بررسی و طراحی کنیم. شما میتونید آن را مونتاژ کنید و ماژول کاهنده ولتاژ خودتون رو بسازید و از آن در پروژه های خودتون استفاده کنید. پس با من تا انتهای مطلب همراه باشید.

معرفی LM2596

LM2596 یک رگولاتور سوئیچینگ ولتاژ هست که در مدار های کاهنده ولتاژ DC-DC مورد استفاده قرار میگیره. ورودی یک آی سی رگولاتور، ولتاژ رگوله نشده و خروجی آن ولتاژ رگوله شده می‌باشد. راندمان (η) مبدل های ایده آل 100 درصد است. اما این مقدار در عمل بین 70 تا 95 درصد میرسه. برای رسیدن به این راندمان از مبدل های سوئیچینگ که تلفات اجزای آن کم است استفاده می‌شود.

رگولاتور LM2596 دارای مدل های ولتاژ ثابت و متغیر می‌باشد. این آی سی دارای ولتاژ های ثابت 3.3، 5 و 12 ولت و سری متغییر (Adj) می‌باشد. در مدل ثابت همونطور که از اسمش پیداس ولتاژ خروجی ثابت هست اما در سری متغیر (LM2596 - Adj) شما میتونید با تنظیم ولتاژ فیدبک رگولاتور، به خروجی مورد نظر خودتون برسید.

رگولاتور *LM2596*

استفاده از این رگولاتور خیلی آسون هست و نیاز به قطعات جانبی کمی دارد. فرکانس سوئیچینگ 150KHz رگولاتور LM2596 باعث شده که قطعات استفاده شده در فیلتر اون کوچک بشه و در نتیجه باعث کاهش سایز و ابعاد این مبدل خواهد شد.

ویژگی های LM2596

- فرکانس سوئیچینگ 150KHz
- تلفات کم در حالت StandBy
- قابلیت خاموش/روشن کردن رگولاتور با سطح TTL
- ولتاژ ورودی تا 40V
- ولتاژ خروجی (LM2596 - Adj) از 1.2 ولت تا 27 ولت
- جریان خروجی 3 آمپر
- راندمان بالا

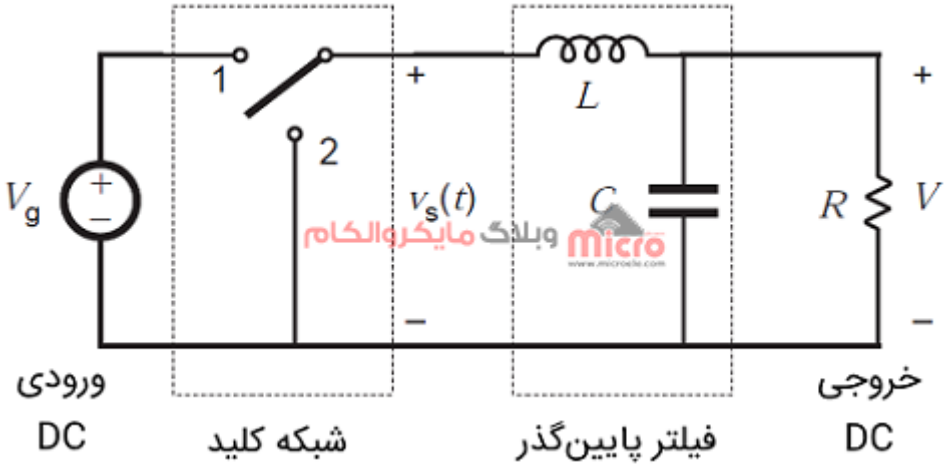
جایگزین رگولاتور LM2596

شما میتونید بجای استفاده از رگولاتور LM2596 از رگولاتور LMR33630 استفاده کنید که باعث کاهش هزینه ها خواهد شد. نحوه استفاده از این رگولاتور و مشخصات اون از بحث این مطلب خارج هست و بهش پرداخته نمیشه. برای کسب اطالعات بیشتر در مورد این رگولاتور میتونید به دیتاشیت این قطعه مراجعه کنید.

برای طراحی و محاسبه قطعات مورد نیاز در رنج ولتاژ مورد نیاز خود، میتونید از لینک استفاده کنید.

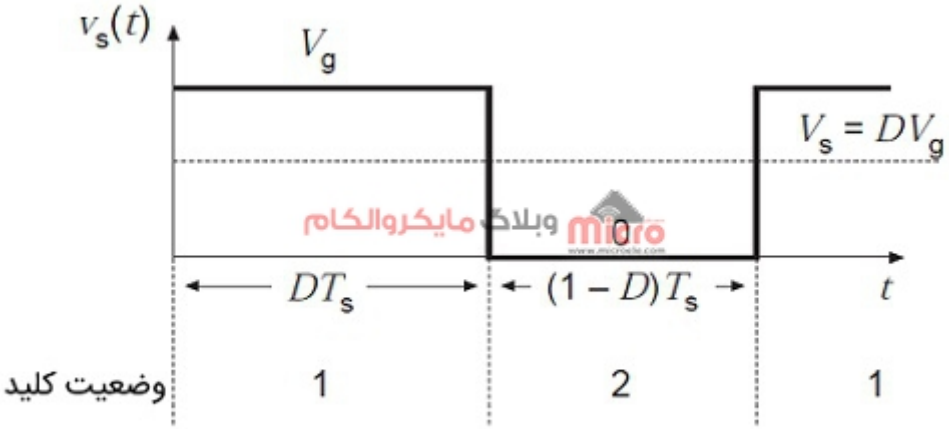
مبدل کاهنده DC-DC

در شکل زیر، مدار یک نمونه کاهنده ولتاژ DC-DC که به نام Buck معروف است را مشاهده میکنید. در شبکه کلید این مدار، یک کلید تک قطب دو مسیره یا SPTD وصل شده است. اگر وضعیت این کلید در حالت 1 قرار بگیرد مسیر اتصال کوتاه شده و ولتاژ Vs(t) برابر با Vg می‌شود.



مدار مبدل کاهنده *Buck DC-DC*

در صورتی که وضعیت این کلید در حالت 2 قرار گیرد، کلید مدار باز شده و در نتیجه ولتاژ Vg به مدار اعمال نخواهد شد. از آنجایی که وضعیت این کلید بصورت متناوب در حال تکرار و تغییر است در نتیجه ولتاژ Vs(t) بر حسب زمان بیان می‌شود. شکل موج Vs(t) یک شکل موج مربعی با دوره تناوب Ts خواهد بود.



شکل موج مدار مبدل کاهنده *Buck DC-DC*

همانطور که میدونیم دیوتی سایکل (Duty cycle) نسبت زمان روشن بودن (وضعیت 1 کلید) به کل دوره تناوب (Ts) می‌باشد.

مقدار DC ولتاژ Vs(t) از محاسبه سری فوریه و انتگرال گرفتن از زیر منحنی شکل موج بدست خواهد آمد که تحلیلش

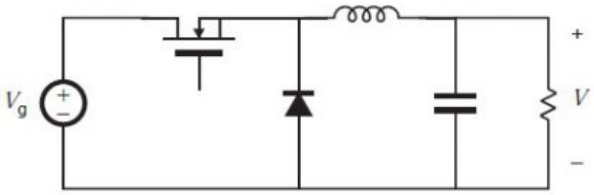
رو کاری نداریم. از آنجایی که این مولفه DC دارای هارمونیک هایی می‌باشد باید از یک فیلتر برای حذف آنها استفاده شود. لذا در طبقه بعدی از یک فیلتر پایین گذر LC استفاده شده است.

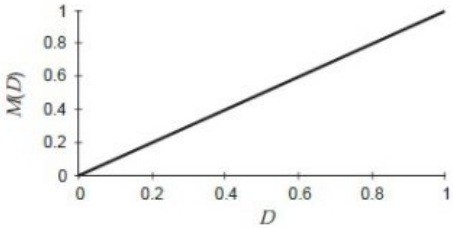
فرکانس F0 (فرکانس گوشه) این فیلتر از رابطه (1/2π. LC) بدست میاد که این فرکانس به گونه ای انتخاب می‌شود که کمتر از فرکانس سوئیچینگ باشد. در نتیجه فیلتر فقط مولفه dc ولتاژ Vs(t) را عبور خواهد داد. پس میتوان گفت مبدل یک ولتاژ خروجی DC که مقدار آن با دیوتی سایکل (D) قابل تغییر است، تولید میکند.

انواع مبدل های DC-DC

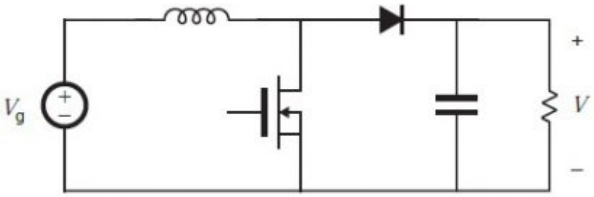
از متداول ترین مبدل های DC-DC میتوان به مبدل باک (کاهنده)، بوست (افزاینده)، چوک، باک-بوست و مبدل سپیک اشاره کرد. در تصویر زیر مدار و شکل خروجی آنها را مشاهده میکنید.

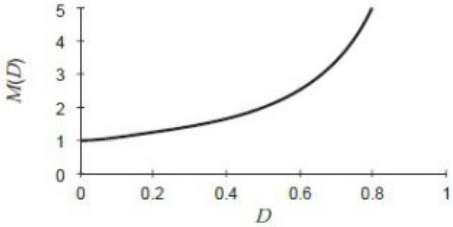
مبدل باک یا کاهنده



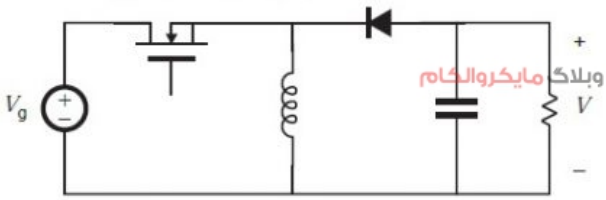


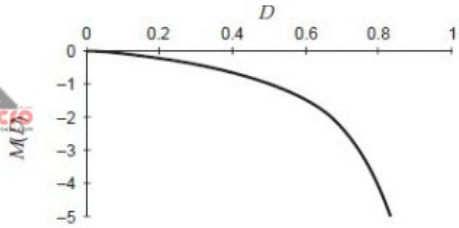
مبدل بوست یا افزاینده





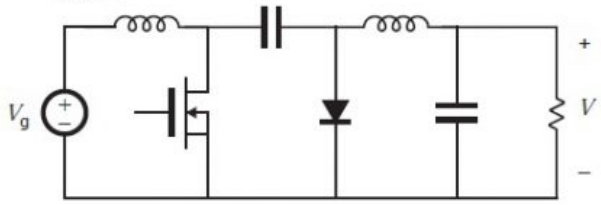
مبدل باک-بوست یا افزاینده-کاهنده

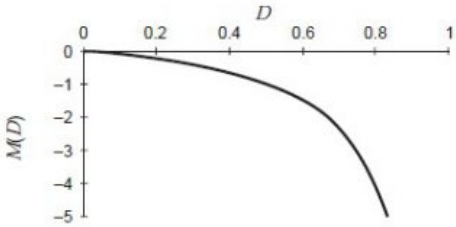




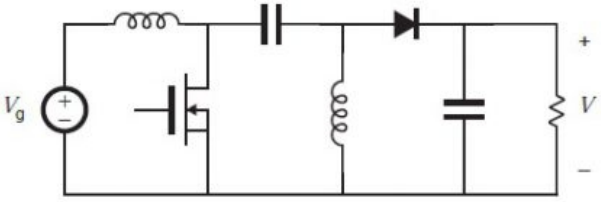
وبلاگ مایکروالکام

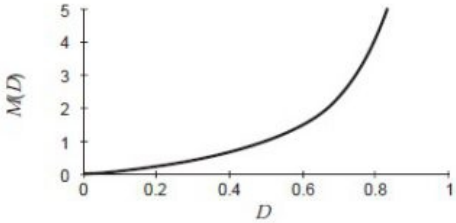
مبدل چوک





مبدل سپیک





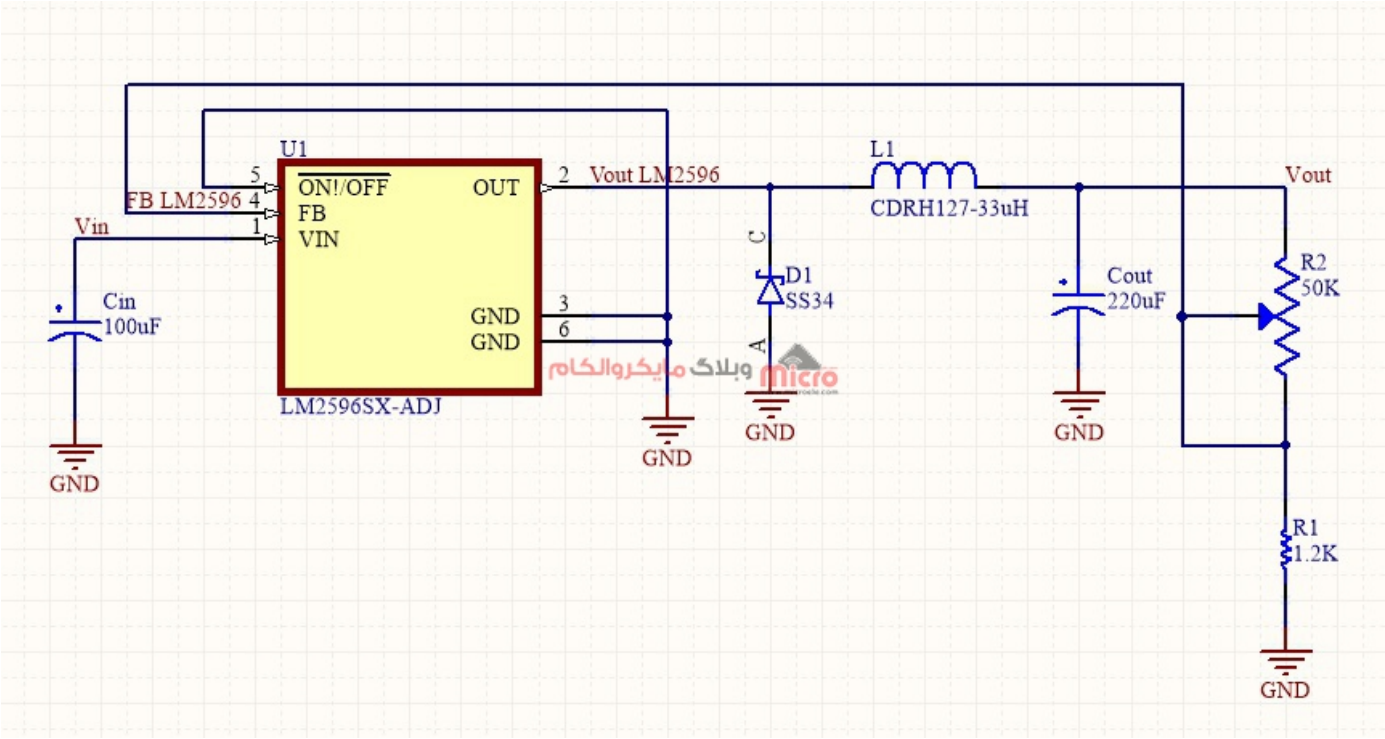
قطعات مورد نیاز

- LM2596 - Adj
- مولتی ترن 50KΩ
- خازن 100uF/50V - SMD Electrolytic
- خازن 220uF/35V - SMD Electrolytic
- سلف 33uH Inductor
- دیود 1N5822 / SS54
- مقاومت 1.2KΩ
- مقاومت 1KΩ
- LED 1206

شماتیک LM2596

تا این مرحله، آی سی رگولاتور LM2596 را بررسی کردیم و توضیحات خیلی مختصری در خصوص مبدل های کاهنده DC-DC خدمتتون ارائه شد. در تصویر زیر شماتیک مبدل کاهنده ولتاژ با رگولاتور LM2596 - Adj آمده است. این مدار مطابق با دیتاشیت قطعه بوده و حداکثر ولتاژ ورودی 40 ولت و خروجی این مبدل بین 35-1.2 ولت می‌باشد.

طبق تست هایی که انجام دادم روی مدار مونتاژ شده خودم، حداقل ولتاژ ورودی 3.2V و حداقل ولتاژ خروجی 0.5V و تا 2.7 آمپر جریان کشیده شد از ماژول. متاسفانه از اونجایی که رگولاتور LM2596 فیک بود فرکانس سوئیچینگ اون تقریبا 60KHz بود!



شماتیک مبدل کاهنده ولتاژ *LM2596*

انتخاب دیود D1

طبق توضیحات دیتاشیت شرکت TI، دیود D1 باید توانایی عبور 1.3 برابر جریانِ خروجی را داشته باشد. به عبارتی اگر مثلا جریان بار 3 آمپر باشد، دیود باید قابلیت عبور جریان معادل 3.9A را داشته باشد. ولتاژ معکوس دیود باید 1.25 برابر حداکثر ولتاژ ورودی باشد. دیود D1 باید از نوع دیود های سریع بوده یا زمان بازیابی معکوس آن کم باشد و در نزدیک ترین قسمت به رگولاتور LM2596 مونتاژ شود.

با این تفاسیر دیود شاتکی میتونه گزینه خوب و مطلوبی باشه و در اولیت انتخاب در طراحی خواهد بود. بخصوص در مواردی که ولتاژ خروجی کم هست. دیود های Ultra-Fast معمولا دارای زمان بازیابی معکوس حدود 50ns یا کمتر می‌باشند و دیود های یکسو ساز مانند سری 1N5400 بدلیل این که خیلی کند هستند نباید استفاده شوند.

افزون بر این، جریان RMS خازن ورودی، باید حداقل 0.5 برابر (1/2) جریان بار انتخاب شود. پس در این خصوص حتما باید دیتاشیت خازن را مورد بررسی قرار دهید.

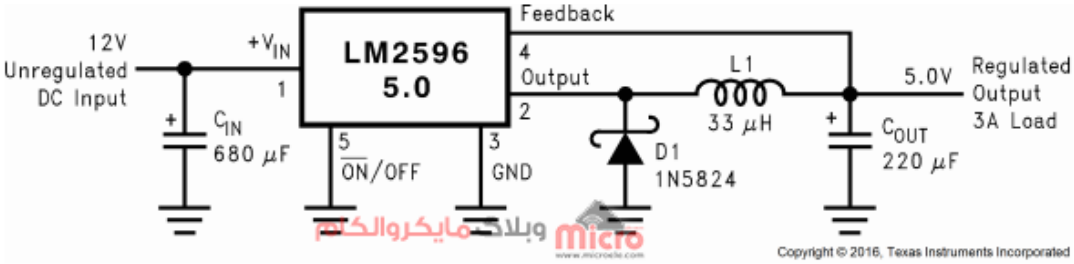
انتخاب خازن ورودی Cin

یک خازن بای پاس با مقدار ESR کم یا از نوع تانتالیوم باید بین ورودی قرار گیرد. این خازن از اعمال ولتاژ زیاد به ورودی مدار جلوگیری خواهد کرد. خازن Cin باید در نزدیک ترین قسمت به رگولاتور LM2596 مونتاژ شود. برای خازن های الکترولیتی آلومینیومی ولتاژ آن باید تقریبا 1.5 برابر حداکثر ولتاژ ورودی بوده و در صورتی که از خازن های تانتالیوم استفاده شود، باید ولتاژ خازن 2 برابر حداکثر ولتاژ ورودی انتخاب گردد.

انتخاب خازن خروجی Cout

در اکثر موارد و کابرد ها خازن الکترولیتی با ESR پایین یا خازن های تانتالیوم بین 82uF تا 820uF بهترین نتیجه را خواهند داشت. خازن خروجی Cout باید در نزدیک ترین قسمت به رگولاتور LM2596 مونتاژ شده و از ظرفیت خازنی بیشتر از 820uF استفاده نشود.

برای داشتن خروجی ثابت 5 ولت میتونید از رگولاتور LM2596 - 5V که خروجی اون فیکس 5 ولت هست به صورت زیر استفاده کنید. این مدار مناسب برای مدار های میکروکنترلری هم هست و میتونید از اون استفاده کنید.



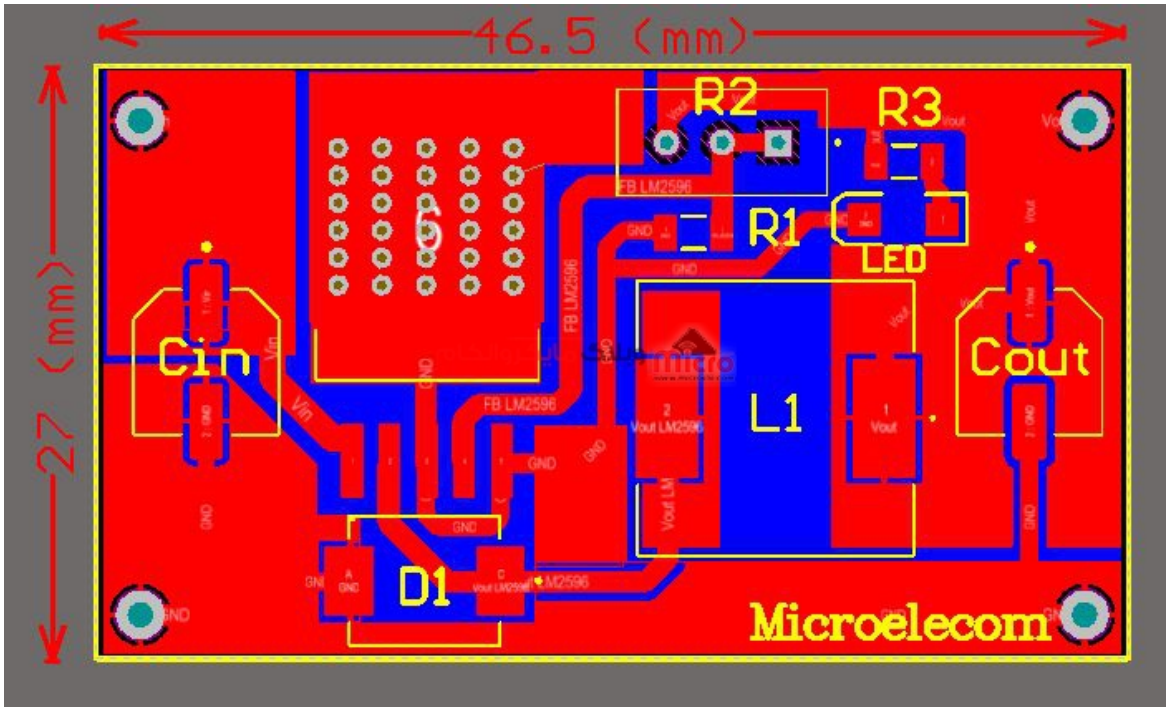
(Fixed Output Voltage Versions)

Typical Application

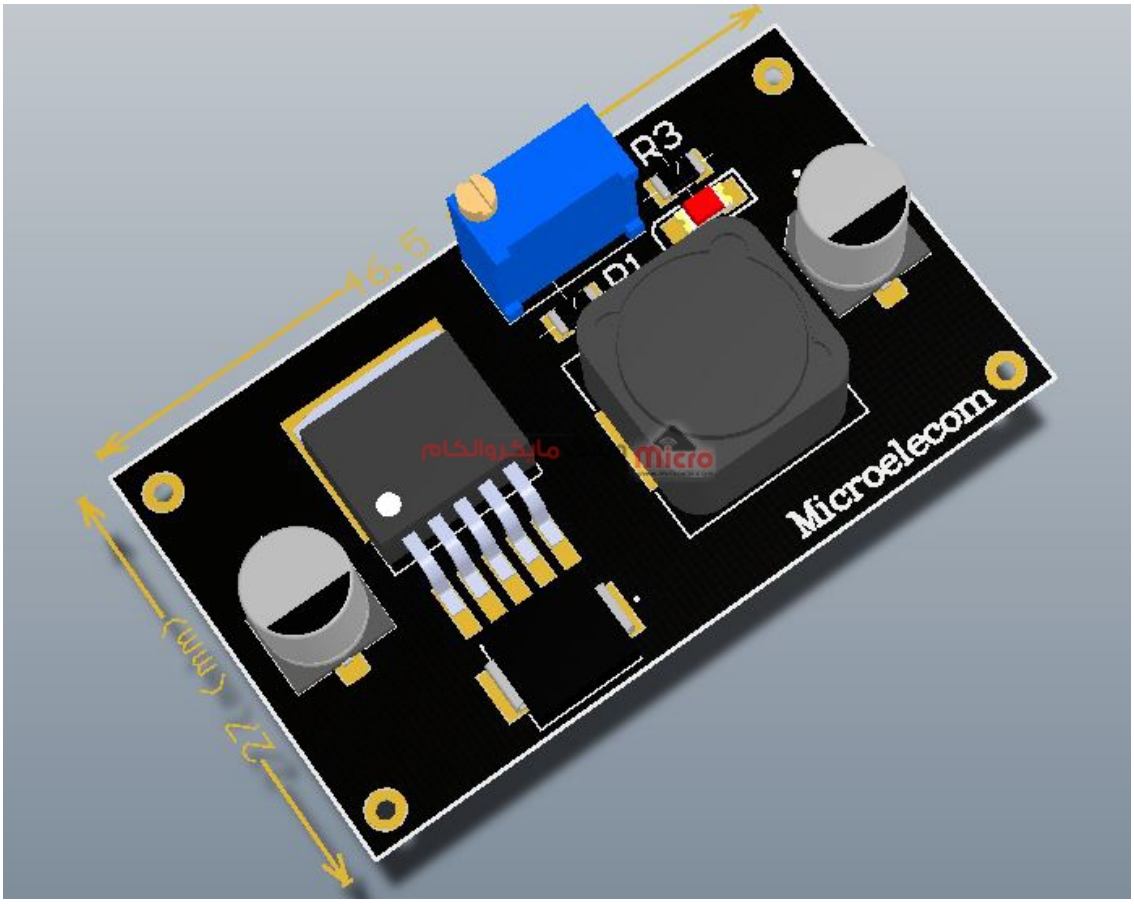
شماتیک *LM2596* خروجی 5 ولت

PCB

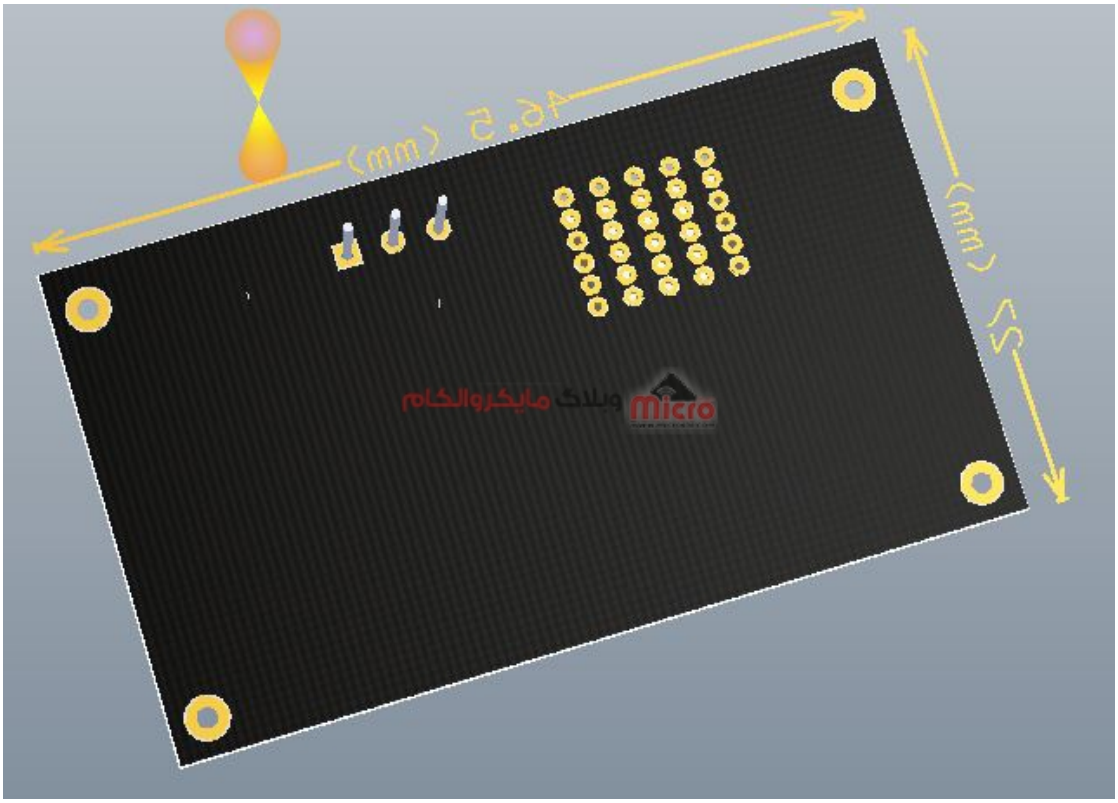
در تصاویر زیر PCB طراحی شده در محیط آلتیوم را مشاهده میکنید.



PCB مبدل کاهنده ولتاژ LM2596

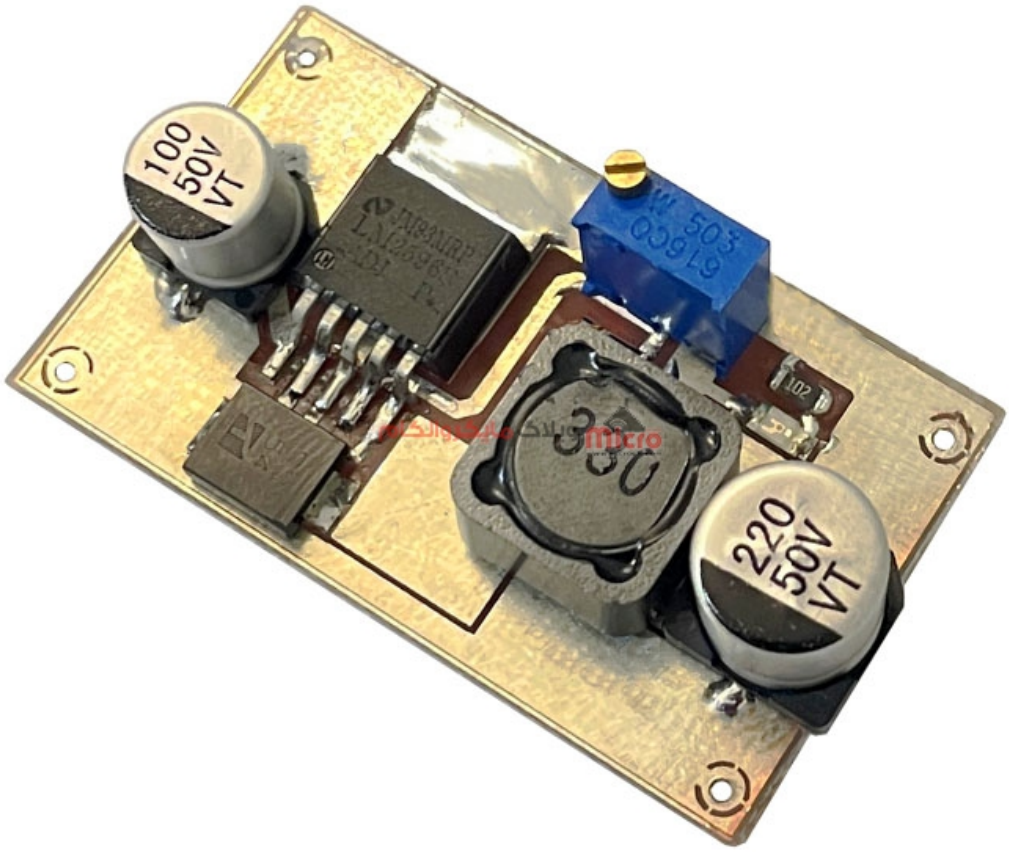


نمای 3 بعدی



نمای 3 بعدی

مدار مونتاژ شده:



مدار مونتاژ شده کاهنده ولتاژ *LM2596*

برای دانلود فایل های شماتیک و PCB این پروژه از این لینک استفاده کنید.

امیدوارم از این آموزش کمال بهره را برده باشید. در صورتی که هرگونه نظر یا سوال داشتید درباره این آموزش لطفا اون رو در انتهای همین صفحه در قسمت دیدگاه ها قرار بدید. در کوتاه ترین زمان ممکن به اون ها پاسخ خواهم داد. اگر این مطلب براتون مفید بود، اون رو حتما به اشتراک بگذارید. همینطور میتونید این آموزش را پس از اجرای عملی توی اینستاگرام با هشتگ #microelecom به اشتراک بگذارید و پیج مایکروالکام (@microelecom) رو هم منشن کنید.